



19 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

12 Offenlegungsschrift
10 DE 41 17 368 A 1

61 Int. Cl.⁵:
H 05 H 1/46
H 01 J 37/08

21 Aktenzeichen: P 41 17 368.6
22 Anmeldetag: 28. 5. 91
43 Offenlegungstag: 3. 12. 92

DE 41 17 368 A 1

71 Anmelder:
Leybold AG, 6450 Hanau, DE
74 Vertreter:
Frigger, H., Dipl.-Ing., Pat.-Anw., 6070 Langen

72 Erfinder:
Hartig, Klaus, Dr., 6451 Ronneburg, DE; Dietrich,
Anton, Dr., Triesen, LI; Szczyrkowski, Joachim, Dr.,
8758 Goldbach, DE

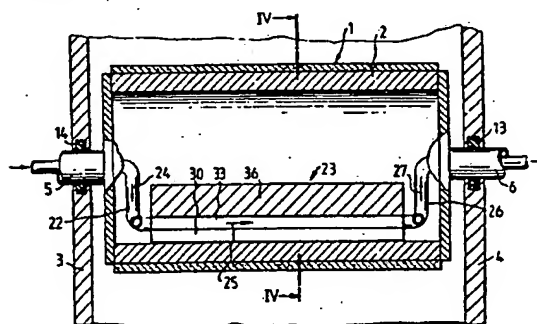
56 Für die Beurteilung der Patentfähigkeit
in Betracht zu ziehende Druckschriften:

DE 35 21 318 A1
US 42 75 289
EP 00 72 618 A2

WRIGHT, Michael;
BEARDOW, Terry: Design advances and
applications of the rotatable cylindrical magnetron.
In: J. Vac. Sci. Technol., A4, (3) May/ Jun. 1986,
S. 388-392;

64 Sputtervorrichtung mit rotierendem Target und einer Targetkühlung

57 Es wird eine Sputtervorrichtung insbesondere mit einer Magnetronkatode mit rotierendem Target (1) und einer Targetkühlung, die durch ein strömendes Kühlmedium, vorzugsweise Wasser, erfolgt, vorgestellt, bei der vorgesehen ist, daß die Kühlung konzentriert wird auf den oder die Bereiche des rotierenden Targets (1), der bzw. die der Hitzeentwicklung des Plasmas (12) ausgesetzt sind und daß die Magnete (28, 29, 30, 31) des Magnetaggregats (23) mindestens einen Kühlkanal (34, 35) bilden.



DE 41 17 368 A 1

BEST AVAILABLE COPY

Beschreibung

Die Erfindung betrifft eine Sputtervorrichtung insbesondere mit einer Magnetronkatode mit rotierendem Target und einer Targetkühlung, die durch ein strömendes Kühlmedium, vorzugsweise Wasser, erfolgt.

Bei Zerstäubungsprozessen (Sputterprozessen) werden in der Praxis u. a. solche Hochleistungszerstäubungsvorrichtungen (Sputtervorrichtung) eingesetzt, bei denen durch ein Magnetfeld vor der Katode die Kollisions- und damit Ionisationswahrscheinlichkeit der Teilchen erhöht wird. Kernstück dieser Hochleistungszerstäubungsvorrichtungen ist die sogenannte Magnetronkatode.

Eine derartige Magnetronkatode wird beispielsweise in der deutschen Patentschrift 24 17 288 beschrieben.

Dort wird eine Katodenzerstäubungsvorrichtung mit hoher Zerstäubungsrate mit einer Katode, die auf einer ihrer Oberflächen das zu zerstäubende und auf einem Substrat abzulagernde Material aufweist, mit einer derart angeordneten Magneteneinrichtung, daß von der Zerstäubungsfläche ausgehende und zu ihr zurückkehrende Magnetfeldlinien einen Entladungsbereich bilden, der die Form einer in sich geschlossenen Schleife hat, und mit einer außerhalb der Bahnen des zerstäubten und sich von der Zerstäubungsfläche zum Substrat bewegenden Materials angeordneten Anode gezeigt.

In der genannten Patentschrift wird vorgeschlagen, daß die zu zerstäubende und dem zu besprühenden Substrat zugewandte Katodenoberfläche eben ist, daß sich das Substrat nahe dem Entladungsbereich parallel zu der ebenen Zerstäubungsfläche über diese hinwegbewegen läßt, und daß die das Magnetfeld erzeugende Magneteneinrichtung auf der der ebenen Zerstäubungsfläche abgewandten Seite der Katode angeordnet ist.

Zum Stand der Technik gehören weiterhin Sputteranlagen mit einer rotierenden Magnetronkatode. Der Prospekt der Firma Airco Coating Technology, A Division of the BOG Group, Inc. mit der Kennzeichnung ACT10110K988, weiterhin "Airco-Prospekt" genannt, beschreibt den Aufbau und die Arbeitsweise einer solchen an sich bekannten Sputteranlage mit einer rotierenden Magnetronkatode. Wie aus den Abbildungen und den Text des Airco-Prospekts ersichtlich, rotiert genau genommen nur das zylindrisch oder rohrförmig geformte Target. Im Innern des Targets befindet sich das stationäre Magnetaggregat der Magnetronkatode.

Wesentliche Bestandteile einer solchen an sich bekannten Magnetronkatode sind unter anderem, siehe hierzu den Airco-Prospekt, neben dem rotierenden zylindrischen Target und dem stationären Magnetaggregat das Targetantriebssystem, ein Wasserkühlsystem, eine Vakuumkammer, in der sich unter anderem das rotierende Target und das Substrat befinden, und eine Energieversorgungseinheit für die Katode. In der Praxis wird das Target als dünne Schicht auf einem zum Beispiel aus Kupfer bestehendem Rohr aufgebracht. Das System, bestehend aus dünner Targetschicht und Kupferrohr, rotieren vor dem brennenden Plasma.

Zum Stand der Technik gehört weiterhin die europäische Patentschrift 00 70 899. In dieser Schrift wird eine Vorrichtung zur Aufstäubung von dünnen Filmen eines ausgewählten Überzugsmaterials auf wesentlich planare Substrate, bestehend aus einer evakuierbaren Beschichtungskammer, einer in dieser Beschichtungskammer horizontal angebrachten Katode mit einem länglichen, zylindrischen Rohrelement, auf dessen äußerer Fläche eine Schicht des zu zerstäubenden Überzugsmaterials

aufgetragen worden ist, und Magnetmitteln, die in diesem Rohrelement angeordnet werden, um eine sich in Längsrichtung davon erstreckende Zerstäubungszone vorzusehen, beschrieben.

Der Gegenstand der europäischen Patentschrift ist gekennzeichnet durch Mittel zum Drehen dieses Rohrelements um seine Längsachse, um verschiedene Teile des Überzugsmaterials in eine Zerstäubungsstellung gegenüber den vorerwähnten Magnetmitteln und innerhalb der vorerwähnten Zerstäubungszone zu bringen, und durch in der Beschichtungskammer befindliche Mittel zum horizontalen Abstützen der Substrate und zum Transportieren dieser an den Magnetmitteln vorbei, damit diese Substrate das zerstäubte Material empfangen.

Insbesondere der mit "C-MAGTM Rotatable Magnetron" betitelten Zeichnung des Airco-Prospekts, weiterhin "Airco-Prospekt-Zeichnung" genannt, ist zu entnehmen, daß es zum Stand der Technik gehört, über eine Wasserleitung in das Innere des rotierenden Targets Wasser als Kühlmedium zu leiten. Das Wasser umspült in der Airco-Prospekt-Zeichnung das dort dargestellte Magnetaggregat (Magnet Assembly).

Aus der Airco-Prospekt-Zeichnung ist zu ersehen, daß sich der Querschnitt für den Wasserstrom ganz erheblich erweitert. Der Querschnitt der Zuleitung des Gegenstands der Airco-Prospekt-Zeichnung ist bedeutend geringer als der Strömungsquerschnitt innerhalb des rotierenden Targets der Airco-Prospekt-Zeichnung. Durch diese Vergrößerung des Strömungsquerschnitts wird die Strömungsgeschwindigkeit des Kühlmediums entsprechend stark verringert. Im Bereich der Hitzeeinwirkung des Plasmas kann es daher zu lokalen Überhitzungen kommen, die für den Sputterprozeß äußerst nachteilig sind. Es besteht die erhebliche Gefahr der Dampfblasenbildung.

Der Erfindung liegen folgende Aufgaben zugrunde:

Die oben geschilderten Nachteile des Standes der Technik sollen vermieden werden. Es soll eine grundsätzliche Verbesserung der Kühlung des rotierenden Targets insbesondere bei seinem Einsatz in Magnetronsputteranlagen erreicht werden. Insbesondere soll eine gleichmäßigere Kühlung erzielt werden. Dies hat wiederum den Vorteil, daß der Sputterprozeß insbesondere das Reaktivsputtern vereinfacht wird. Damit ist es möglich, die Leistung der Sputteranlage zu erhöhen.

Die gestellten Aufgaben werden erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß die Kühlung konzentriert wird auf den oder die Bereiche des rotierenden Targets, der bzw. die der Hitzeentwicklung des Plasmas ausgesetzt sind.

Dies kann dadurch geschehen, daß der Strömungsquerschnitt des Kühlmediums in demjenigen oder denjenigen Bereichen des rotierenden Targets, der bzw. die der Hitzeentwicklung des Plasmas ausgesetzt sind, verengt wird.

Hierfür wird vorgesehen, daß im Innenraum des rohrförmig ausgebildeten, rotierenden Targets, dem Plasma gegenüberliegend, mindestens ein Kühlkanal für das strömende Kühlmedium angeordnet ist.

Bei einer Sputtervorrichtung, die mit einem rotierenden Target, das auf einem rotierenden Targetträgerrohr angebracht ist, ausgerüstet ist, wird vorgeschlagen, daß innerhalb des Innenraums, der von der Innenwand des Targetträgerrohrs umschlossen wird, mindestens ein Kühlkanal angeordnet ist.

Bei einer Sputtervorrichtung mit einem Magnetaggregat, das stationär innerhalb des rotierenden Targets angeordnet ist, wird als besonders raumsparende Lösung vorgeschlagen, daß die Magnete des Magnetag-

gregats mindestens einen Kühlkanal bilden.

Alternativ kann vorgesehen werden, daß das Magnetaggregat mit einem Leitblech versehen ist, das zusammen mit der Innenwand des rotierenden Targets bzw. des rotierenden Targetträgerrohrs einen Kühlkanal bildet.

Eine besonders effektive Kühlung wird dadurch erreicht, daß das Targetträgerrohr in seiner Wand Kühlkanäle aufweist, die kontinuierlich während der Rotation durch den dem Plasma benachbarten Bereich hindurchgeführt und in diesem Bereich mit Kühlmedium durchströmt werden.

Um bessere konstruktive Voraussetzungen für die Unterbringung der Kühlkanäle zu schaffen, kann generell vorgesehen werden, daß an Stelle eines Targetträgerrohrs zwei Targetträgerrohre eingesetzt werden, und daß in dem zusätzlichen Targetträgerrohr die Kühlkanäle untergebracht werden.

Die weiteren Ausführungen im Zusammenhang mit dem Targetträgerrohr und den im Targetträgerrohr unter gebrachten Kühlkanälen gelten in entsprechender Weise für die Unterbringung von Kühlkanälen in einem zusätzlichen Targetträgerrohr.

Es wird weiterhin vorgeschlagen, daß das Targetträgerrohr in seiner Wand Kühlkanäle aufweist, die schrittweise, nach dem Stop-and-Go-Verfahren, während der Rotation durch den dem Plasma benachbarten Bereich hindurchgeführt und in diesem Bereich mit Kühlmedium durchströmt werden.

Eine besonders kompakte Bauweise wird dadurch erreicht, daß mindestens ein im Targetträgerrohr angeordneter erster Kühlkanal von der einen Seite des Targetträgerrohrs angeströmt und durchströmt wird und daß das Kühlmedium auf der gegenüberliegenden Seite des Targetträgerrohrs mittels einer Umlenkvorrichtung umgelenkt wird, in einen zweiten Kühlkanal des Targetträgerrohrs strömt und diesen zweiten Kühlkanal in in Hinsicht auf die erste Durchströmung entgegengesetzte Richtung durchströmt.

In Fortführung dieses Konstruktionsgedankens wird vorgeschlagen, daß die Zuführvorrichtung für die Kühlkanäle im Targetträgerrohr, die Kühlkanäle im Targetträgerrohr und die Umlenkvorrichtung für die Kühlkanäle gemeinsam ein mäanderförmig ausgebildetes Kühlkanal-System im Bereich der Hitzeentwicklung des Plasmas bilden.

Bei den Ausführungsbeispielen wird vorgesehen, daß die Dichtungen zwischen dem rotierenden Target bzw. dem rotierenden Targetträgerrohr einerseits und den stationären Bauteilen, wie Magnetaggregat, Leitblech, Zuführvorrichtung, Abführvorrichtung, Umlenkvorrichtung andererseits als schleifende Dichtung, nichtschleifende Dichtung, Labyrinth-Dichtung, Spalt-Dichtung oder als Rillen-Dichtung ausgebildet sind.

Um eine reibende Berührung mit der Innenwand des Targetträgerrohrs bzw. des zusätzlichen Targetträgerrohrs zu vermeiden, wird vorgeschlagen, daß die Kühlkanäle als schlauchartige, Kühlmedium führende Organe ausgebildet sind, die im Bereich der Hitzeentwicklung des Plasmas, vorzugsweise zwischen den Magneten, angeordnet sind.

Dabei kann vorgesehen werden, daß die schlauchartigen Organe einen Querschnitt aufweisen, der im wesentlichen dem freien Querschnitt zwischen den Magneten entspricht.

Zur Herabsetzung der Reibung zwischen dem rotierenden Targetaggregat und der Umhüllung der Kühlkanäle wird weiterhin vorgeschlagen, daß der der Innen-

seite des rotierenden Targets bzw. des rotierenden Targetträgerrohrs benachbarte Bereich der Umhüllung mindestens eines im Magnetaggregat angeordneten Kühlkanals als Membran ausgebildet ist oder durch eine Membran abgestützt wird, die bei Druckentlastung im Kühlkanal aufgrund ihrer Formgebung einen Abstand der Umhüllung zur Innenseite des rotierenden Targets bzw. des rotierenden Targetträgerrohrs herstellt.

Durch die Erfindung werden folgende Vorteile erzielt:

Lokale Überhitzungen und die damit verbundenen nachteiligen Effekte, wie Dampfblasenbildung usw. werden vermieden. Es wird eine grundsätzliche Verbesserung der Kühlung des rotierenden Targets erreicht. Hierdurch wird eine Erhöhung der Leistung der Sputteranlage erzielt.

Weitere Einzelheiten der Erfindung, der Aufgabenstellung und der erzielten Vorteile sind der folgenden Beschreibung von Ausführungsbeispielen der Erfindung zu entnehmen.

Diese Ausführungsbeispiele werden anhand von elf Figuren erläutert.

Fig. 1 zeigt schematisch in einer Schnittdarstellung und in Seitenansicht einen Teil einer Sputteranlage mit rotierendem Target nach dem Stand der Technik.

Fig. 2 zeigt eine Schnittdarstellung entsprechend der Schnittnlinie II-II der Fig. 1.

Fig. 3 zeigt schematisch in einer Schnittdarstellung und in Seitenansicht einen Teil einer Sputteranlage mit rotierendem Target gemäß der vorliegenden Erfindung.

Fig. 4 zeigt eine Schnittdarstellung entsprechend der Schnittnlinie IV-IV der Fig. 3.

Fig. 5 zeigt ein weiteres Ausführungsbeispiel des Gegenstands der Erfindung, dargestellt in einer Schnittdarstellung entsprechend der Schnittnlinie IV-IV der Fig. 3.

Fig. 6 zeigt schematisch in einer Schnittdarstellung entsprechend der Schnittnlinie VI-VI der Fig. 7 und in Seitenansicht einen Teil einer Sputteranlage mit rotierendem Target gemäß einem weiteren Ausführungsbeispiel der Erfindung.

Fig. 7 zeigt eine Schnittdarstellung entsprechend der Schnittnlinie VII-VII der Fig. 6.

Fig. 8 zeigt schematisch in einer Schnittdarstellung und in Seitenansicht einen Teil einer Sputteranlage mit rotierendem Target gemäß einem weiteren Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung.

Fig. 9 zeigt in vergrößertem Maßstab und in axiometrischer Darstellung ein Detail des Gegenstands der Fig. 8.

Fig. 10 zeigt ein weiteres Ausführungsbeispiel des Gegenstands der Erfindung, dargestellt in einer Schnittdarstellung entsprechend der Schnittnlinie IV-IV der Fig. 3.

Fig. 11 zeigt ein weiteres Ausführungsbeispiel des Gegenstands der Erfindung, dargestellt in einer Schnittdarstellung entsprechend der Schnittnlinie IV-IV der Fig. 3.

Bei der nachfolgenden Beschreibung der Ausführungsbeispiele der Erfindung wird von einem Stand der Technik ausgegangen, wie er sich in Form der oben zitierten Schriften darstellt.

Die Beschreibungen und die Figuren dieser Schriften können zur Erläuterung der Ausgangsbasis für die nachfolgend beschriebenen Ausführungsbeispiele der Erfindung herangezogen werden.

In Fig. 1 ist ein Teil einer Sputteranlage, wie sie zum Stand der Technik gehört, dargestellt. Es handelt sich um einen Typ, wie er mit seinen Einzelheiten in der

Airco-Prospekt-Zeichnung gezeigt wird.

Zu einer derartigen an sich bekannten Sputteranlage gehört ein rotierendes Target, ein Targetantriebssystem, das Magnetaggregat eines Magnetrons, eine Kühlwasserversorgung für das rotierende Target, eine Energieversorgung für die Katode und eine Vakuumkammer. Innerhalb der Vakuumkammer befinden sich unter anderem das rotierende Target und ein Substrat, auf dem während des Sputterprozesses eine Schicht aus Sputtermaterial aufwächst.

Im rohrförmigen rotierenden Target herrscht atmosphärischer Druck. Außerhalb des rotierenden Targets herrscht Vakuum.

Weitere Einzelheiten zu den bekannten Sputteranlagen mit rotierendem Target sind dem Airco-Prospekt, und der oben genannten europäischen Patentschrift 00 70 899 zu entnehmen.

Die Sputteranlage nach dem Stand der Technik, wie sie in Fig. 1 im Bereich des rotierenden Targets gezeigt wird, weist neben einem rotierenden Target 1 ein rotierendes Targetträgerrohr 2 für das rotierende Target auf. Mit 3 und 4 sind Teile der Rohrstücke 5 und 6, die gegenüber den Wänden der Vakuumkammer durch die Dichtungen 13, 14 abgedichtet sind, wird das rotierende Target gelagert.

Außerdem dienen diese Rohrstücke zur Leitung des Kühlmediums. Das anströmende Kühlmedium, beispielsweise Wasser, wird durch den Pfeil 7 und das abströmende Kühlmedium durch den Pfeil 8 dargestellt. Im Innenraum des rohrförmigen, rotierenden Targetträgerrohrs, der in seiner Gesamtheit mit 9 bezeichnet ist, befindet sich das Magnetaggregat 10 des Magnetrons. Zur Kühlung wird das Magnetaggregat mit Wasser 11 umspült.

Es ist klar, daß die Strömungsgeschwindigkeit des Wassers im Rohr 5 bedeutend größer ist als die Strömungsgeschwindigkeit im Innenraum 9, da sich der Strömungsquerschnitt für das Wasser beim Austritt aus dem Rohr 5 und Eintritt in den Innenraum 9 erheblich vergrößert.

Die relativ geringe Strömungsgeschwindigkeit im Raum 9 hat zur Folge, daß in nachteiliger Weise die Bereiche des rotierenden Targets, des Targetträgerrohrs, die in die Zone der Hitzeinwirkung des Plasmas gelangen, zumindest lokal überheizt werden, so daß es zu Dampfblasenbildungen und anderen unerwünschten Erscheinungen kommt. Die Position des Plasmas ist in Fig. 1 mit 12 bezeichnet.

Fig. 2 zeigt das Schnittbild des Gegenstands der Fig. 1 gemäß der Schnittlinie II-II. Aus Fig. 2 sind das rotierende Target und das Targetträgerrohr zu erkennen. Vom Magnetaggregat sind die Magnete 15, 16, 17, 18 zu erkennen, sowie die dazugehörenden Magnetjoche 19 und 20. 21 ist ein Halteelement.

Wie in den Schriften zum Stande der Technik beschrieben, rotieren das Target 1 und das Targetträgerrohr 2, während das Magnetaggregat mit seinen Magneten 15, 16, 17, 18 und seinem Halteelement 21 stationär angeordnet ist.

Fig. 3 zeigt ein erstes Ausführungsbeispiel der Erfindung. Für das rotierende Target und das Targetträgerrohr wurden die gleichen Bezugsziffern 1 bzw. 2 gewählt, wie sie in den Fig. 1 und 2 verwendet wurden. Das gleiche gilt für die Vakuumkammerwände 3 und 4, die Rohrstücke 5 und 6 und die Dichtungen 13, 14.

Im Gegensatz zum Stand der Technik wird beim Gegenstand der Fig. 3 über die Rohrleitung 22 Wasser dem

Magnetaggregat 23 gezielt und konzentriert zugeführt. Die Strömungsrichtung wird durch den Pfeil 24 bezeichnet. Durch einen vorbestimmten Querschnitt, siehe hierzu Fig. 4, durchströmt das Wasser das Magnetaggregat 23, siehe gestrichelten Pfeil 25. Über die Leitung 26 tritt das Wasser, siehe Pfeil 27, aus dem Magnetaggregat aus.

Als Kühlkanäle werden in vorteilhafter Weise die freien Räume benutzt, die zwischen den Magneten 28, 29 einerseits und den Magneten 30, 31 andererseits und durch die Magnetjoche 32 und 33 sowie die Innenwand 38 des Targetträgerrohrs gebildet werden, benutzt. Die freien Räume, das heißt, die Kühlkanäle selbst sind mit 34 und 35 bezeichnet.

Das rotierende Target trägt die Bezugsziffer 1. Das Targetträgerrohr ist mit der Bezugsziffer 2 versehen. Der Magnethalter weist die Bezugsziffer 36 auf.

Beim Ausführungsbeispiel nach Fig. 5 wird der Kühlkanal 71 durch ein Leitblech 37 und einen Teil der Innenwand 38 des Targetträgerrohrs gebildet.

Das Ausführungsbeispiel nach den Fig. 6 und 7 umfaßt ein Zusatzträgerrohr 55, das in seiner Rohrwand eine Vielzahl von Bohrungen aufweist. Zwei dieser Bohrungen sind in Fig. 6 mit 39 und 40 bezeichnet. Durch die gewählte Schnittdarstellung erscheinen diese Bohrungen in Fig. 6 als Rechtecke und in Fig. 7 als Kreise. Wasser wird über die Leitung 41 entsprechend den Pfeilen 42 durch den erhitzten Bereich des zusätzlichen Targetträgerrohrs 55 geführt.

Es kommt in diesem Bereich zu einem Wärmeaustausch. Wie aus Fig. 7 ersichtlich, wird durch die Bohrungen 43, 44, 45, 46 Wasser gepumpt und damit Wärme abgeführt. Das erwärmte Wasser tritt über die Leitung 48 entsprechend dem Pfeil 49 aus dem Bereich des rotierenden Targets.

Während das Target 53, das Targetträgerrohr 54 und das zusätzliche Targetträgerrohr 55 rotieren, sind die Wasserzufuhrvorrichtung 50 und die Wasserabfuhrvorrichtung 51 stationär angeordnet.

Auf diese Weise werden immer wieder andere Bohrungen bzw. Kühlkanäle zum Wärmeaustausch herangezogen.

Der Betrieb kann entweder kontinuierlich (permanentes Rotieren des Targetaggregats, bestehend aus Target, Targetträgerrohr, Zusatztargetträgerrohr) erfolgen oder es kann ein schrittweises Stop-and-Go-Verfahren (Revolver-Methode) angewendet werden.

Das kontinuierliche Verfahren, das heißt das permanente Drehen des rotierenden Targets, des Targetträgerrohrs und des zusätzlichen Targetträgerrohrs eignet sich besonders bei einem zusätzlichen Targetträgerrohr, das Feinbohrungen aufweist.

In Fig. 7 ist gestrichelt mit 70 der Umriss der Wasserzufuhrvorrichtung bzw. der Wasserabfuhrvorrichtung dargestellt. Eine Abwandlung des Ausführungsbeispiels nach den Fig. 6 und 7 ist in den Fig. 8 und 9 dargestellt.

Die Abwandlung besteht darin, daß anstelle der Wasserabfuhrvorrichtung eine Wasserumlenkvorrichtung 52 vorgesehen ist. Der Aufbau und die Arbeitsweise dieser Wasserumlenkvorrichtung ist Fig. 9 zu entnehmen.

Durch den Kühlkanal 56 strömt entsprechend dem Pfeil 57 Wasser durch das zusätzliche Targetträgerrohr 55. Es gelangt in die Wasserumlenkvorrichtung 52. In dieser Wasserumlenkvorrichtung befindet sich eine Kanalkrümmung 58, die eine Umlenkung des Wasserstroms bewirkt. Das Wasser strömt dann über den Kanal 59 entsprechend dem Pfeil 60 aus dem zusätzlichen Targetträgerrohr.

Wenn eine Mehrzahl von Kühlkanälen, wie in Fig. 9 gezeigt, hintereinander geschaltet werden, kann man eine mäanderförmige Durchströmung der erhitzten Bereiche und damit eine gute Kühlung erzielen. Die Wasserzuführung und die Wasserabführung kann dann über eine Nabe bzw. über ein Rohrstück 61, siehe Fig. 8, erfolgen.

In den Fig. 6 bis 9 sind das rotierende Target mit 53, das Targetträgerrohr mit 54 und das zusätzliche Targetträgerrohr mit 55 bezeichnet. Bei den Ausführungsbeispielen der Fig. 6 bis 9 ist das zusätzliche Targetträgerrohr 55 eigens für die Unterbringung der Kühlkanäle vorgesehen. Selbstverständlich können Targetträgerrohr 54 und zusätzliches Targetträgerrohr 55 auch einstückig ausgebildet sein.

Die bisher kommentierten Ausführungsbeispiele des Gegenstands der Erfindung erfordern Abdichtungen zwischen der Innenwand des Targetträgerrohrs einerseits und der Magnete 28, 29, 30, 31 (Fig. 4), des Wasserleitblechs 37 (Fig. 5) andererseits. Weiterhin sind Abdichtungen zwischen dem zusätzlichen Targetträgerrohr 55 einerseits und der Wasserzuführvorrichtung, Wasserabführvorrichtung und Wasserumlenkvorrichtung andererseits notwendig. Diese Abdichtungen werden verwirklicht durch bekannte schleifende Dichtungen oder nichtschleifende Dichtungen. Es kommen unter anderem in Frage: Spaltdichtungen, Labyrinth-Dichtungen und Rillen-Dichtungen.

Dichtungen zwischen der Innenwand 66 des Targetträgerrohrs und den Magneten werden vermieden bei dem Ausführungsbeispiel gemäß Fig. 10. Innerhalb der im Magnetaggregat vorhandenen Freiräume 62, 63 sind Schläuche, beispielsweise Metallschläuche verlegt. Im vorliegenden Fall handelt es sich um Metallschläuche mit rechteckigem Querschnitt 64, 65. Es können selbstverständlich auch Metallschläuche mit kreisrunden Querschnitt verwendet werden.

Bei der Anwendung von Schläuchen kann man die Innenwand 66 des Targetträgerrohrs in Hinsicht auf den Druck des Kühlmediums entlasten. In vorteilhafter Weise können daher rotierendes Target und Targetträgerrohr reibungslos rotieren. Bei einem schrittweise rotierenden Target wird, wenn ein Schritt eingeleitet werden soll, eine Druckentlastung in den Schläuchen 64, 65 vorgenommen.

Eine weitere Methode zur Druckentlastung der Innenwand 67 des Targetträgerrohrs wird im Ausführungsbeispiel nach Fig. 11 gezeigt. In den Freiräumen 62, 63 innerhalb des Magnetaggregats wird Kühlmedium geführt. Die Abgrenzung der Kühlkanäle gegenüber der Innenwand 67 des Targetträgerrohrs wird von Membranen 68, 69 übernommen.

Bei einem schrittweise Rotieren des rotierenden Targets und des Targetträgerrohrs wird immer dann, wenn ein Rotierschritt eingeleitet werden soll, eine Druckentlastung in den Kühlkanal 62, 63 vorgenommen. In dieser Situation werden auch die Membranen 68, 69 druckentlastet, sie nehmen dann ihre in Fig. 11 gezeigte Urform, das heißt druckentlastete Form, ein. Hierdurch wird die rotationsbeeinträchtigende Reibung an der Innenwand 67 reduziert oder eliminiert.

Liste der Einzelteile

- 1 rotierendes Target
- 2 Trägerrohr
- 3 Wand
- 4 Wand

- 5 Rohrstück
- 6 Rohrstück
- 7 Pfeil
- 8 Pfeil
- 9 Innenraum
- 10 Magnetaggregat
- 11 Wasser
- 12 Plasmalposition, Plasma
- 13 Dichtung
- 14 Dichtung
- 15 Magnet
- 16 Magnet
- 17 Magnet
- 18 Magnet
- 19 Magnetjoch
- 20 Magnetjoch
- 21 Halteelement
- 22 Rohrleitung
- 23 Magnetaggregat
- 24 Pfeil
- 25 Pfeil
- 26 Leitung
- 27 Pfeil
- 28 Magnet
- 29 Magnet
- 30 Magnet
- 31 Magnet
- 32 Joch
- 33 Joch
- 34 Kanal
- 35 Kanal
- 36 Magnethalter
- 37 Leitblech
- 38 Innenwand
- 39 Bohrung
- 40 Bohrung
- 41 Leitung
- 42 Pfeil
- 43 Bohrung
- 44 Bohrung
- 45 Bohrung
- 46 Bohrung
- 48 Leitung
- 49 Pfeil
- 50 Wasserzuführvorrichtung
- 51 Wasserabführvorrichtung
- 52 Wasserumlenkvorrichtung
- 53 Target
- 54 Targetträgerrohr
- 55 zusätzliches Targetträgerrohr
- 56 Kanal
- 57 Pfeil
- 58 Kanalkrümmung
- 59 Kanal
- 60 Pfeil
- 61 Nabe
- 62 Freiraum, Kanal
- 63 Freiraum, Kanal
- 64 Querschnitt
- 65 Querschnitt
- 66 Innenwand
- 67 Innenwand
- 68 Membran
- 69 Membran
- 70 Umriß
- 71 Kanal

1. Sputtervorrichtung insbesondere mit einer Magnetronkatode mit rotierendem Target und einer Targetkühlung, die durch ein strömendes Kühlmedium, vorzugsweise Wasser, erfolgt, dadurch gekennzeichnet, daß die Kühlung konzentriert wird auf den oder die Bereiche des rotierenden Targets, der bzw. die der Hitzeentwicklung des Plasmas ausgesetzt sind. 5
2. Sputtervorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Strömungsquerschnitt des Kühlmediums in demjenigen oder denjenigen Bereichen des rotierenden Targets, der bzw. die der Hitzeentwicklung des Plasmas ausgesetzt sind, verengt wird. 10
3. Sputtervorrichtung nach den Ansprüchen 1 und 2, dadurch gekennzeichnet, daß im Innenraum des rohrförmig ausgebildeten, rotierenden Targets, dem Plasma gegenüberliegend, mindestens ein Kühlkanal für das strömende Kühlmedium angeordnet ist. 15
4. Sputtervorrichtung nach einem oder mehreren der vorangegangenen Ansprüche mit einem rotierenden Target, das auf einem rotierenden Targetträgerrohr angebracht ist, dadurch gekennzeichnet, daß innerhalb des Innenraums, der von der Innenwand des Targetträgerrohrs umschlossen wird, mindestens ein Kühlkanal angeordnet ist. 20
5. Sputtervorrichtung nach einem oder mehreren der vorangegangenen Ansprüche mit einem Magnetaggregat, das stationär innerhalb des rotierenden Targets angeordnet ist, dadurch gekennzeichnet, daß die Magnete (28, 29, 30, 31) des Magnetaggregats mindestens einen Kühlkanal (34, 35) bilden. 25
6. Sputtervorrichtung nach einem oder mehreren der vorangegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das Magnetaggregat mit einem Leitblech (37) versehen ist, das zusammen mit der Innenwand (38) des rotierenden Targets bzw. des rotierenden Targetträgerrohrs einen Kühlkanal (71) bildet. 30
7. Sputtervorrichtung nach einem oder mehreren der vorangegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das Targetträgerrohr (54) bzw. das zusätzliche Targetträgerrohr (55) in seiner Wand Kühlkanäle (40) aufweist, die während ihrer kontinuierlichen Rotation durch den dem Plasma benachbarten Bereich hindurchgeführt und in diesem Bereich mit Kühlmedium durchströmt werden. 35
8. Sputtervorrichtung nach einem oder mehreren der vorangegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das Targetträgerrohr (54) bzw. das zusätzliche Targetträgerrohr (55) in seiner Wand Kühlkanäle (40) aufweist, die schrittweise, nach dem Stop-and-Go-Verfahren, während der Rotation durch den dem Plasma benachbarten Bereich hindurchgeführt und in diesem Bereich mit Kühlmedium durchströmt werden. 40
9. Sputtervorrichtung nach einem oder mehreren der vorangegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß mindestens ein im Targetträgerrohr (54) bzw. im zusätzlichen Targetträgerrohr (55) angeordneter erster Kühlkanal (56) von der einen Seite des Targetträgerrohrs bzw. des zusätzlichen Targetträgerrohrs (55) angeströmt und durchströmt wird und daß das Kühlmedium auf der gegenüberliegenden Seite des Targetträgerrohrs (54) bzw. des 45

zusätzlichen Targetträgerrohrs (55) mittels einer Umlenkvorrichtung (52) umgelenkt wird, in einen zweiten Kühlkanal (59) des Targetträgerrohrs strömt und diesen zweiten Kühlkanal in Hinsicht auf die erste Durchströmung in entgegengesetzte Richtung durchströmt.

10. Sputtervorrichtung nach einem oder mehreren der vorangegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Zuführvorrichtung für die Kühlkanäle im Targetträgerrohr bzw. im zusätzlichen Targetträgerrohr die Kühlkanäle im Targetträgerrohr bzw. im zusätzlichen Targetträgerrohr und die Umlenkvorrichtung für die Kühlkanäle gemeinsam ein mäanderförmig ausgebildetes Kühlkanal-System im Bereich der Hitzeentwicklung des Plasmas bilden.

11. Sputtervorrichtung nach einem oder mehreren der vorangegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Dichtung zwischen dem rotierenden Target bzw. dem rotierenden Targetträgerrohr einerseits und den stationären Bauteilen, wie Magnetaggregat, Leitblech, Zuführvorrichtung, Abführvorrichtung, Umlenkvorrichtung andererseits als schleifende Dichtung ausgebildet ist.

12. Sputtervorrichtung nach einem oder mehreren der vorangegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Dichtung zwischen dem rotierenden Target bzw. dem rotierenden Targetträgerrohr einerseits und den stationären Bauteilen, wie Magnetaggregat, Leitblech, Zuführvorrichtung, Abführvorrichtung, Umlenkvorrichtung andererseits als nichtschleifende Dichtung ausgebildet ist.

13. Sputtervorrichtung nach einem oder mehreren der vorangegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Dichtung zwischen dem rotierenden Target bzw. dem rotierenden Targetträgerrohr einerseits und den stationären Bauteilen, wie Magnetaggregat, Leitblech, Zuführvorrichtung, Abführvorrichtung, Umlenkvorrichtung andererseits als Labyrinth-Dichtung ausgebildet ist.

14. Sputtervorrichtung nach einem oder mehreren der vorangegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Dichtung zwischen dem rotierenden Target bzw. dem rotierenden Targetträgerrohr einerseits und den stationären Bauteilen, wie Magnetaggregat, Leitblech, Zuführvorrichtung, Abführvorrichtung, Umlenkvorrichtung andererseits als Spalt-Dichtung ausgebildet ist.

15. Sputtervorrichtung nach einem oder mehreren der vorangegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Dichtung zwischen dem rotierenden Target bzw. dem rotierenden Targetträgerrohr einerseits und den stationären Bauteilen, wie Magnetaggregat, Leitblech, Zuführvorrichtung, Abführvorrichtung, Umlenkvorrichtung andererseits als Rillen-Dichtung ausgebildet ist.

16. Sputtervorrichtung nach einem oder mehreren der vorangegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Kühlkanäle als schlauchartige, Kühlmedium führende Organe (64, 65) ausgebildet sind, die im Bereich der Hitzeentwicklung des Plasmas, vorzugsweise zwischen den Magneten, angeordnet sind.

17. Sputtervorrichtung nach einem oder mehreren der vorangegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die schlauchartigen Organe einen Querschnitt aufweisen, der im wesentlichen dem freien Querschnitt (62, 63) zwischen den Magneten

entspricht.

18. Sputtiervorrichtung nach einem oder mehreren
der vorangegangenen Ansprüche, dadurch gekenn-
zeichnet, daß der der Innenseite (67) des rotieren-
den Targets bzw. des rotierenden Targetträger-
rohrs benachbarte Bereich der Umhüllung minde-
stens eines im Magnetaggregat angeordneten
Kühlkanals (62, 63) als Membran (68, 69) ausgebil-
det ist oder durch eine Membran abgestützt wird,
die bei Druckentlastung im Kühlkanal aufgrund ih-
rer Formgebung einen Abstand der Umhüllung zur
Innenseite des rotierenden Targets bzw. des rotie-
renden Targetträgerrohrs herstellt.

Hierzu 5 Seite(n) Zeichnungen

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

FIG.1

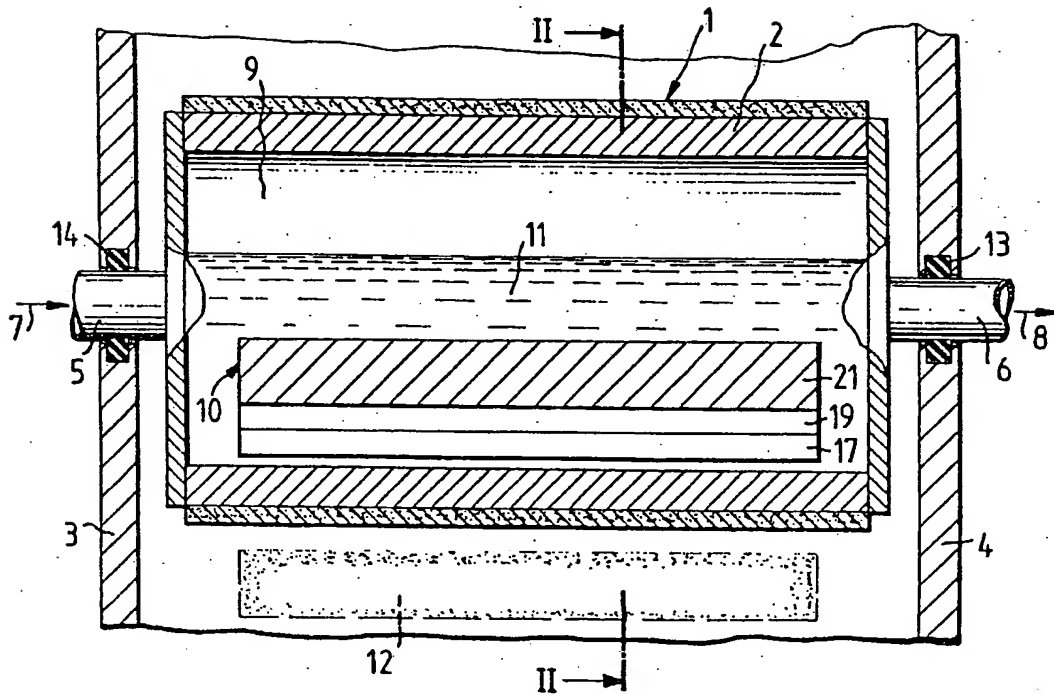


FIG.2

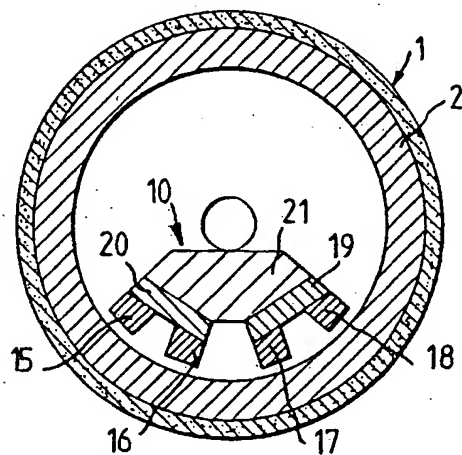


FIG.3

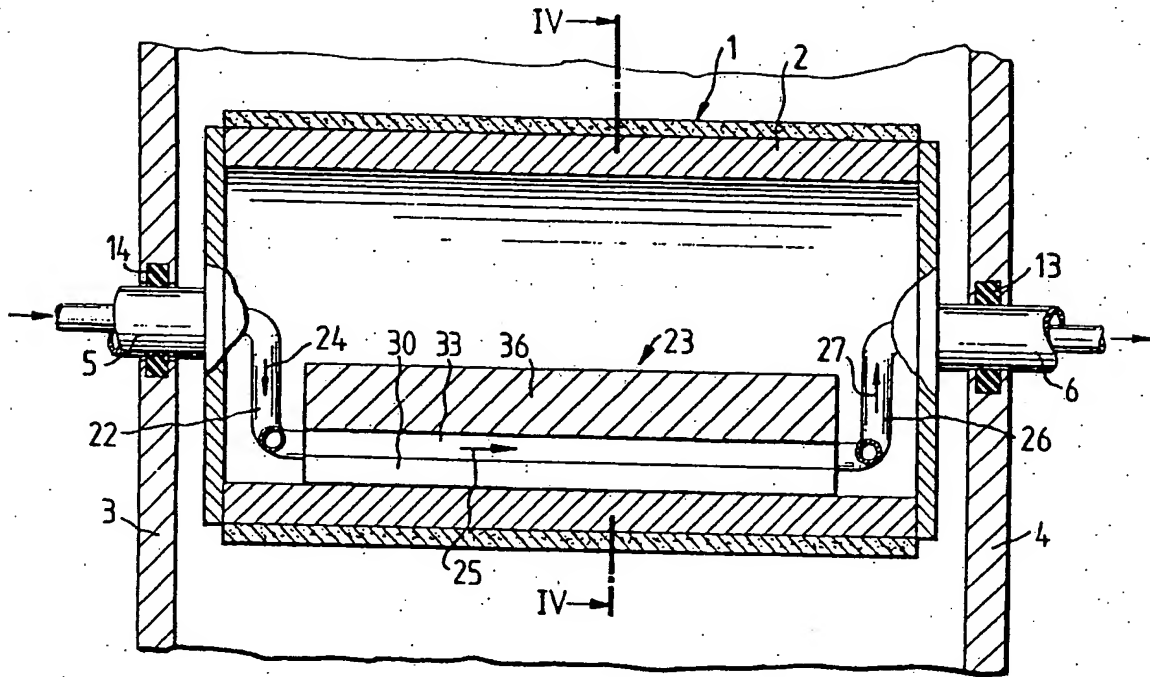
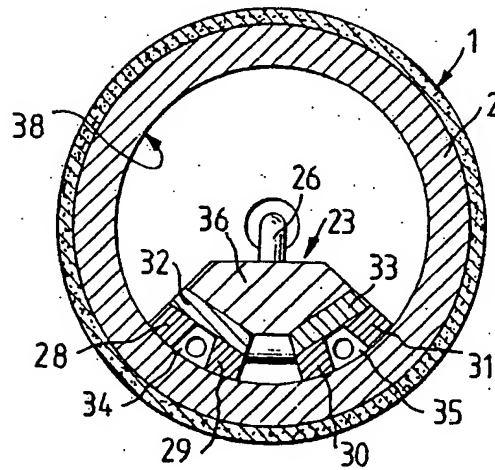


FIG.4



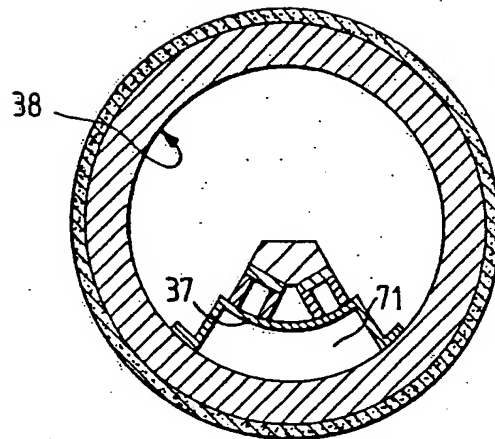


FIG. 5

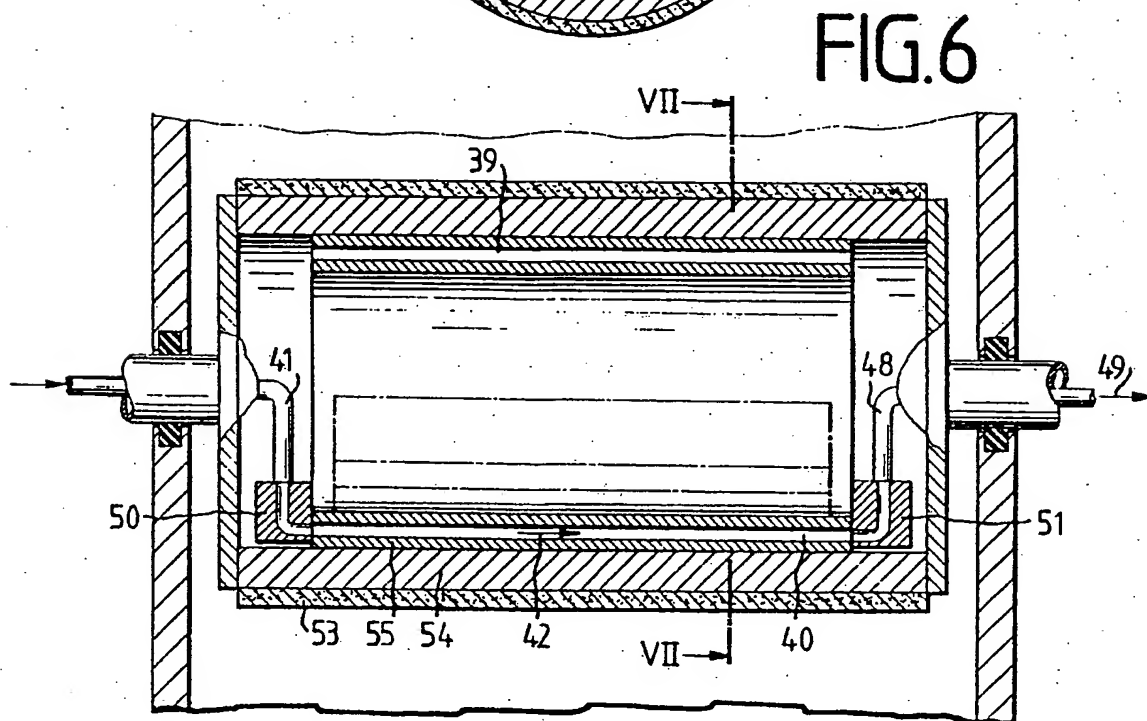


FIG. 6

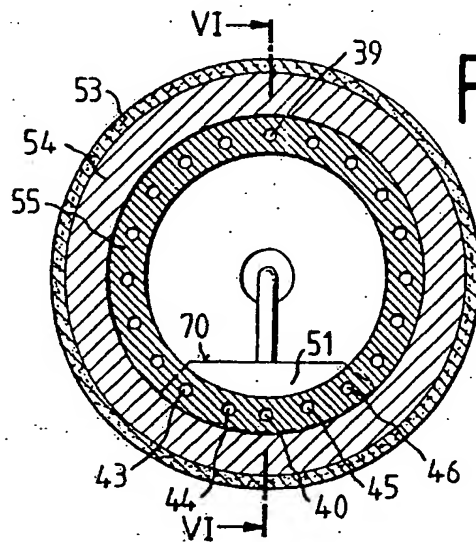


FIG. 7

FIG.8

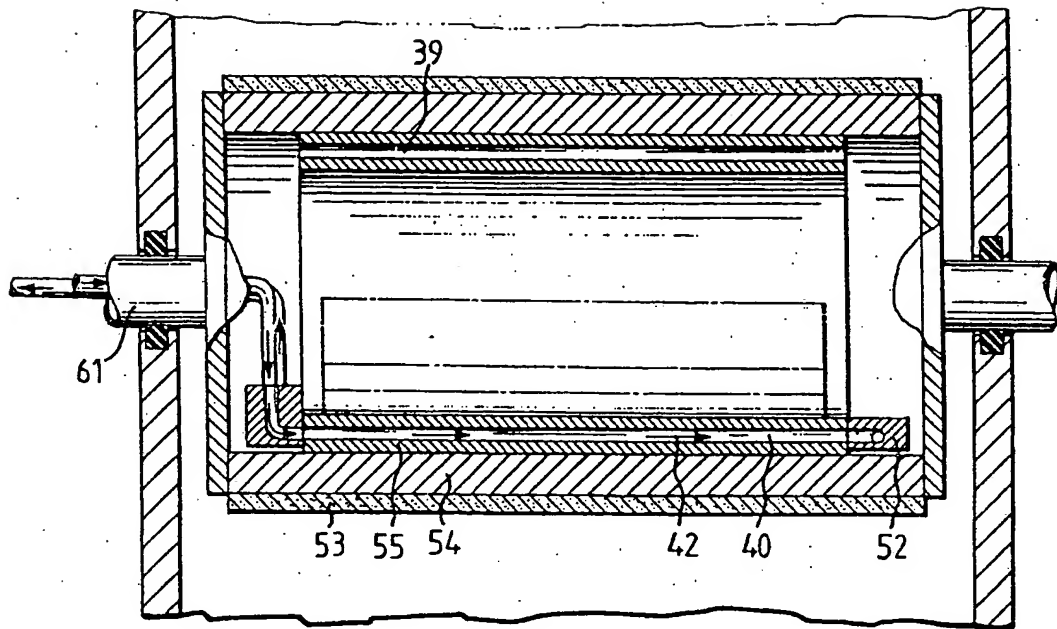


FIG.9

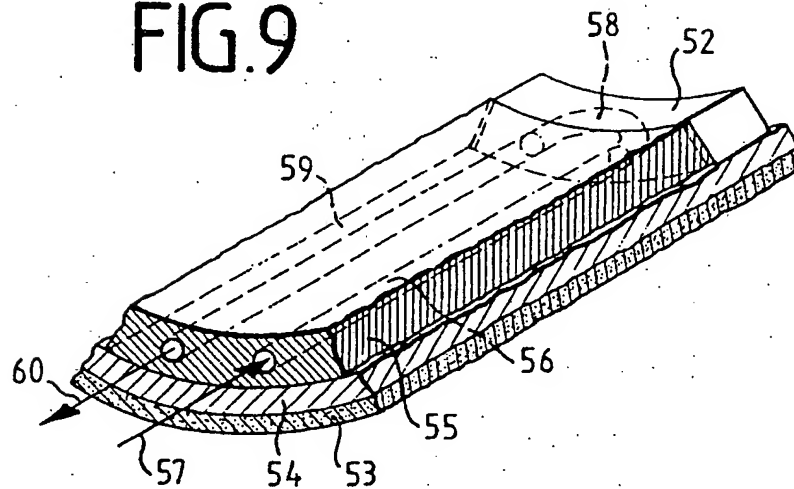


FIG.10

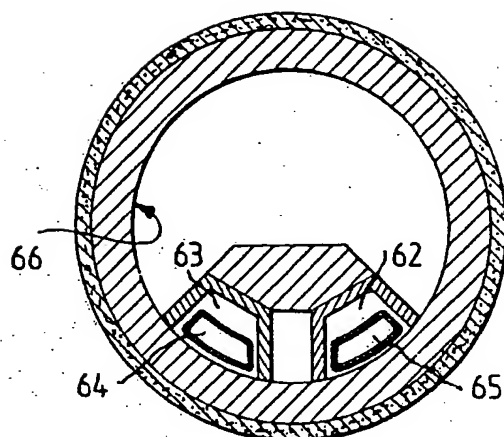
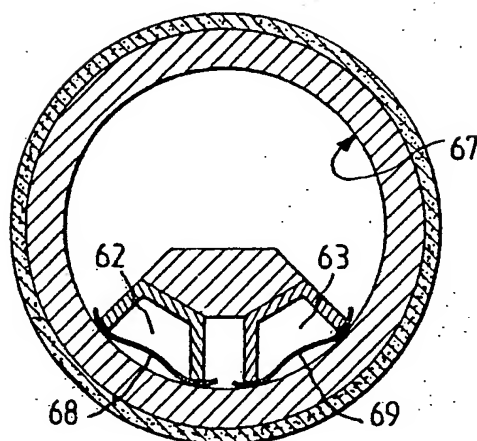


FIG.11



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.

THIS PAGE BLANK (USPTE)